

(19) Japanese Patent Office (JP)

(12) Publication of Patent Application (A)

(11) Publication Number of Patent Application: 10-313146

(43) Date of Publication of Application: November 24, 1998

5	(51) Int. Cl. ⁶	Identification symbol	FI
	H01S	3/133	H01S 3/133
		3/103	3/103
		3/18	3/18

Request for Examination: Made

10 The Number of Claims: 4 OL (8 pages in total)

(21) Patent Application No.: Hei 9-124152

(22) Filing Date: May 14, 1997

(71) Applicant: 000000572

15 Anritsu Corp.
5-10-27, Minami-Azabu, Minato-ku, Tokyo

(72) Inventor: Takao Tanimoto
c/o Anritsu Corp.
5-10-27, Minami-Azabu, Minato-ku, Tokyo

20 (72) Inventor: Hiroaki Endo
c/o Anritsu Corp.
5-10-27, Minami-Azabu, Minato-ku, Tokyo

(72) Inventor: Hiroaki Otachime
c/o Anritsu Corp.

25 5-10-27, Minami-Azabu, Minato-ku, Tokyo

(74) Agent: Patent Attorney, Norimitsu Nishimura

continued to the last page

(54) [Title of the Invention] VARIABLE WAVELENGTH LIGHT SOURCE
APPARATUS

30 (57) [Abstract]

[Object] To control the constant intensity of laser light in a wide wavelength range.

[Solving Means] A polarizing plate 2a transmitting only laser light of one polarization component of a polarization angle by which a branching ratio of a branching plate 3 can be obtained, is provided on a light path between a variable wavelength light source 1 outputting laser light and the branching plate 3 branching incident light into output light and reference light at a predetermined branching ratio in accordance with a polarization angle of the incident light. An optical receiver 4 receives reference light from the branching plate 3 and outputs a detection signal in accordance with the intensity of branched light. A control circuit 5 controls the intensity of laser light output from the variable wavelength light source 1 in accordance with change of the detection signal from the optical receiver 4.

[Scope of Claim]

[Claim 1] A variable wavelength light source apparatus characterized by comprising:

a variable wavelength light source (1) for outputting light, which is controlled to be a predetermined wavelength;

a branching means (3) for branching incident light at a predetermined branching ratio in accordance with a polarization angle of the incident light and outputting one as output light and the other as reference light;

a polarizing means (2), which is provided on a light path between the variable wavelength light source and the branching means, for receiving light from the variable wavelength light source and transmitting only one polarization component of a polarization angle by which the branching ratio can be obtained among the received light through the branching means;

an intensity detecting means (4) for receiving the reference light branched by the branching means and outputting a detection signal in accordance with intensity of the received reference light; and

a controlling means (5) for receiving the detection signal output from the

intensity detecting means, and making the intensity of the reference light or the output light a desired value by controlling the intensity of light output from the variable wavelength light source in accordance with change in the detection signal.

5 [Claim 2] A variable wavelength light source apparatus characterized by comprising:

a variable wavelength light source (1) for outputting light, which is controlled to be a predetermined wavelength;

an intensity varying means (11) for receiving light from the variable
10 wavelength light source, varying intensity of the received light, and outputting the light;

a branching means (3) for branching incident light at a predetermined branching ratio in accordance with a polarization angle of the incident light and outputting one as output light and the other as reference light;

a polarizing means (2), which is provided on a light path between the intensity
15 varying means and the branching means, for receiving light from the intensity varying means and transmitting only one polarization component of a polarization angle by which the branching ratio can be obtained among the received light through the branching means;

an intensity detecting means (4) for receiving the reference light branched by
20 the branching means and outputting a detection signal in accordance with intensity of the received reference light; and

a controlling means (5) for receiving the detection signal output from the intensity detecting means, and making the intensity of the reference light or the output light a desired value by controlling the intensity of light output from the intensity
25 varying means in accordance with change in the detection signal.

[Claim 3] The variable wavelength light source apparatus according to claim 1 or claim 2, wherein the polarizing means (2) includes a light polarizer or an optical isolator having a light polarizer and a Faraday element.

[Claim 4] The variable wavelength light source apparatus according to claim 1
30 or claim 2, further comprising a wavelength/intensity setting means (6) for setting the

predetermined wavelength with respect to the variable wavelength light source (1) and setting the desired value with respect to the controlling means (5).

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

5 [Field of the Invention] The present invention relates to a variable wavelength light source apparatus which can vary a wavelength of laser light, and in particular, relates to a variable wavelength light source apparatus for outputting the laser light with more stable output intensity in a wide wavelength range at a certain level.

[0002]

10 [Conventional Art] A variable wavelength light source, which is generally used as a light source of a variable wavelength light source apparatus, is configured in such a way that the variable wavelength light source outputs one of many modes that a semiconductor laser element can oscillate by selecting it with a wavelength selecting portion. Further, as this kind of variable wavelength light source, there are an external
15 resonance type in which a semiconductor laser element and a wavelength selecting portion are independently provided and one in which a semiconductor laser element and a wavelength selecting portion are combined.

[0003] FIG. 9 shows a structure of a variable wavelength light source of an external resonance type. This variable wavelength light source includes a semiconductor laser
20 element 21 generating laser light by being supplied with power, and a wavelength selecting portion 22 returning only a predetermined wavelength of laser light output from a non-reflective coating in one side of the semiconductor laser element 21 to the semiconductor laser element 21. In a case where this wavelength selecting portion 22 is composed of a diffraction grating, by rotating the diffraction grating, a wavelength of
25 oscillated laser light can be varied.

[0004] The intensity of output light with respect to a wavelength of this kind of variable wavelength light source is changed with change in the wavelength, and the intensity is also changed with change in ambient temperature, etc.

[0005] To solve the above described problem, the present applicant had already filed a
30 patent application on a variable wavelength light source apparatus being capable of

varying a wavelength of laser light, which is disclosed in Japanese Patent Application Laid-Open No. Hei 8-172233.

[0006] An structural example of the variable wavelength light source apparatus will be described with reference to FIG. 10 as follows. The variable wavelength light source apparatus performs the setting of a wavelength λ with respect to a variable wavelength light source 31 and the outputting of a set value S with respect to a control circuit 32 by a wavelength/intensity setting device 33. The intensity of laser light output from the variable wavelength light source 31 is varied by an intensity varying means 34 such as an optical attenuator and an optical amplifier. Part of this varied laser light is branched by a branching means 35, and the branched light is received by an optical receiver 36. The control circuit 32 controls the constant intensity of laser light based on change in a light receiving signal of the optical receiver 36. When controlling the intensity of laser light, a received signal level, by which the intensity of laser light is made constant, for each wavelength is stored in a wavelength intensity characteristic storage device 37 in advance, and then the intensity of laser light is controlled such that it becomes the received signal level of the wavelength at the time of outputting the laser light.

[0007]

[Means for Solving the Problems] Meanwhile, in the branching means 35 of the variable wavelength light source apparatus, a branching ratio is set in advance in accordance with a polarized wave state of light of a wavelength to be used. Therefore, when the polarized wave state is changed during a period of inputting light to the branching means 35, a branching ratio of output light to branched light, which are branched by the branching means 35, is varied.

[0008] However, in the above variable wavelength light source apparatus, when the intensity varying means 34 is connected between the variable wavelength light source 31 and the branching means 35 through an optical fiber, a polarized wave state is altered at a connection portion of the optical fiber, or when the attenuation amount or the amplification degree of the intensity varying means 34 is varied, a polarization extinction ratio of laser light is changed or fluctuation of a polarized wave is generated. As a consequence, laser light output from the variable wavelength light source 31 is

changed in its polarization state during a period of being input to the branching means 35. Accordingly, light is output at a state, which is different from an original branching ratio, from the branching means 35. Further, since the control circuit 32 controls the intensity varying means 34 in accordance with change in level of branched
5 light received by the optical receiver 36 to vary the intensity of laser light, it has been impossible to control the intensity of laser light to be constant.

[0009] As mentioned above, in the above described conventional variable wavelength light source apparatus, when a polarization extinction ratio of laser light is changed or fluctuation in a polarized wave is generated during a period of inputting laser light
10 output from the variable wavelength light source 31 to the branching means 35, it has been impossible to output laser light at a constant level in an entire area of a wide wavelength range.

[0010] Therefore, the present invention is made in view of the above problems. It is an object of the present invention to provide a variable wavelength light source
15 apparatus which can output laser light at a constant level in a wide wavelength range without changing a polarization extinction ratio of the laser light and without changing a branching ratio due to fluctuation in a polarized wave.

[0011]

[Means for Solving the Problems] To achieve the above object, the present invention
20 according to claim 1 is characterized by including a variable wavelength light source 1 for outputting light, which is controlled to have a predetermined wavelength; a branching means 3 for branching incident light at a predetermined branching ratio in accordance with its polarization angle and outputting one as output light and the other as reference light; a polarizing means 2, which is provided on a light path between the
25 variable wavelength light source and the branching means, for receiving light from the variable wavelength light source and transmitting only one polarization component of a polarization angle by which the branching ratio is obtained among the received light through the branching means; an intensity detecting means 4 for receiving the reference light branched by the branching means and outputting a detection signal in accordance
30 with the intensity of the received reference light; and a controlling means 5 for making

the intensity of the reference light or the output light a desirable value by receiving the detection signal output from the intensity detecting means and controlling the intensity of light output from the variable wavelength light source.

[0012] The present invention according to claim 2 is characterized by including a
5 variable wavelength light source 1 for outputting light, which is controlled to have a predetermined wavelength; an intensity varying means 11 for receiving light from the variable wavelength light source and varying the intensity of the received light to output; a branching means 3 for branching incident light at a predetermined branching ratio in accordance with its polarization angle and outputting one as output light and the
10 other as reference light; a polarizing means 2, which is provided on a light path between the intensity varying means and the branching means, for receiving light from the intensity varying means and transmitting only one polarization component of a polarization angle by which the branching ratio is obtained among the receiving light through the branching means; an intensity detecting means 4 for receiving the reference
15 light branched by the branching means and outputting a detection signal in accordance with the intensity of the received reference light; and a controlling means 5 for making the intensity of the reference light or the output light a desirable value by receiving the detection signal output from the intensity detecting means and controlling the intensity of light output from the intensity varying means in accordance with change in the
20 detection signal.

[0013] In the variable wavelength light source apparatus according to claim 1 or claim 2, the present invention of claim 3 is characterized in that the polarizing means 2 includes a light polarizer 2a or an optical isolator 2b with the light polarizer and a Faraday element.

[0014] In the variable wavelength light source apparatus according to claim 1 or claim 2, the present invention of claim 4 is characterized by including a wavelength/intensity setting means 6 for setting the predetermined wavelength with respect to the variable
25 wavelength light source 1 and setting the desired value with respect to the controlling means 5.

[0015] According to the variable wavelength light source apparatus of the present
30

invention, even when a polarized wave state of light output from the variable wavelength light source 1 is changed, light including only one polarization component of a polarization angle by which a spectral ratio of the branching means 3 can be obtained, enters in the branching means 3 by the polarizing means 2 provided in a previous stage of the branching means 3. Therefore, the constant light intensity can be controlled in a wide wavelength range without changing a polarization extinction ratio of light or changing a branching ratio of the branching means 3 due to fluctuation in a polarized wave.

[0016]

[Embodiment Modes of the Invention] Embodiment modes of the present invention will be hereinafter described with reference to the drawings. FIG. 1 is a diagram showing the first embodiment mode of a variable wavelength light source apparatus according to the present invention. FIG. 2 is a diagram showing one structural example of a variable wavelength light source used in the apparatus.

[0017] As shown in FIG. 1, the variable wavelength light source apparatus of the first embodiment mode schematically includes a variable wavelength light source 1, a polarizing means 2, a branching plate 3, an optical receiver 4, a control circuit 5, a wavelength/intensity setting device 6, and a wavelength intensity characteristic storage device 7.

[0018] As shown in FIG. 2, the variable wavelength light source 1 is of an external resonance type and includes a semiconductor laser element 8 driven at constant active layer current, a wavelength selecting portion 9 provided at one end of the semiconductor laser element 8, and a lens 10 making laser light output from the other end of the semiconductor laser element 8 parallel light and outputting the parallel light to an external portion. The variable wavelength light source 1 is configured such that an optical condition of the wavelength selecting portion 9 is varied by external control and a wavelength of laser light oscillated and output from the semiconductor laser element 8 is changed.

[0019] The wavelength selecting portion 9 includes a lens 9a, which makes laser light output from a non-reflective coating at one end of the semiconductor laser element 8

parallel light, and a diffraction grating 9b, which returns only a desired wavelength to the semiconductor laser element 8 side upon receiving the parallel light. In this wavelength selecting portion 9, a wavelength is selected by turning the diffraction grating 9b by a turning apparatus not shown in the drawings. An angle of this
5 diffraction grating 9b is set in accordance with wavelength information λ from the wavelength/intensity setting device 6.

[0020] Laser light output from the variable wavelength light source 1 is input to the polarizing means 2. The light polarizer 2a as the polarizing means 2 is placed on a light path (an optical axis) between the variable wavelength light source 1 and the
10 branching plate 3, and transmits only light including one polarization component of input laser light through the branching plate 3 side. A polarization angle of the light polarizer 2a is set such that transmitted light becomes in a polarized wave state by which a branching ratio set in the spectral plate 3 can be obtained.

[0021] The branching plate 3 as a branching means is, for example, formed using a
15 material having extremely slight change in light transmittance T (reflectance $1-T$) like a plate in which a dielectric multilayer film is evaporated on glass, or the like. The branching plate 3 branches laser light with intensity P_1 output from the light polarizer 2a into output light with intensity $T \cdot P_1$ and reference light with intensity $(1-T) \cdot P_1$. A branching ratio of the intensity in the branching plate 3 is previously set to be a desired
20 value in accordance with a polarized wave state of incident light.

[0022] The reference light branched by the branching plate 3 is received by the optical receiver 4 as an intensity detecting means. The optical receiver 4 outputs a detection signal P_s with the size in proportion to the intensity $(1-T) \cdot P_1$ of the reference light to be input, i.e., with the size in proportion to the intensity $P_o (=T \cdot P_1)$ of the output light.

[0023] The wavelength/intensity setting device 6 as a setting means sends wavelength
25 information λ , which is set, to the variable wavelength light source 1 from an operating portion, an external apparatus or the like not shown in the drawings. Then, the variable wavelength light source 1 outputs laser light with a wavelength corresponding to the wavelength information of the wavelength/intensity setting device 6 by a control
30 signal from the control circuit 5. Further, in the wavelength/intensity setting device 6,

a set value S for setting the intensity P_o of the output light of the variable wavelength light source apparatus is set from an operating portion, an external apparatus or the like not shown in the drawings. A characteristic of intensity with respect to a wavelength of the variable wavelength light source 1 is previously stored in the wavelength intensity characteristic storage device 7 as a storing means.

[0024] The set value S set by the wavelength/intensity setting device 6 is input to the control circuit 5 along with the detection signal P_s detected by the optical receiver 4. The control circuit 5 as a controlling means includes, for example, a differential amplifier with enormous gain and the like. The control circuit 5 detects difference between the set value S and the detection signal P_s , supplies amplification output for a component of the difference as a control signal to the variable wavelength light source 1, and controls the intensity P_o of the output light of the variable wavelength light source 1 so as to be equal to the set value S.

[0025] Note that the wavelength/intensity setting device 6 may be configured in such a way that after performing determination and correction of the wavelength information λ input from the operating portion or the like not shown in the drawings or the set value S of the intensity of the output light by a microcomputer, the wavelength/intensity setting device 6 outputs the wavelength information λ or the set value S to the variable wavelength light source 1 or the control circuit 5 through a D/A converter.

[0026] Further, the wavelength/intensity setting device 6 may be configured in such a way that when the set value S and the wavelength λ are set by the operating portion not shown in the drawings, the wavelength/intensity setting device reads out intensity information corresponding to the set wavelength λ from the wavelength intensity characteristic storage device 7; calculates an upper limit of the set value within a range capable of controlling laser light with this wavelength at a constant intensity; and compares the calculated value and the set value S set from an external portion, whereas when the set value S is larger than the upper limit, the wavelength/intensity setting device displays alarm on a display device or the like or provides alert warning with sound.

[0027] Furthermore, the wavelength/intensity setting device 6 may read out a

wavelength range where it can output with intensity equal to the set value S, from the wavelength intensity characteristic storage device 7; determine whether or not a wavelength set from an external portion is within this wavelength range; and display alarm on the display device or the like or provide alert warning with sound when the set
5 wavelength information is out of the wavelength range.

[0028] As set forth above, in the variable wavelength light source apparatus of the first embodiment mode, the light polarizer 2a through which only one polarization component passes is placed on a light path between the variable wavelength light source 1 and the branching plate 3. Then, light passing through the light polarizer 2a is
10 branched into output light and reference light by the branching plate 3. The reference light branched by the branching plate 3 is received by the optical receiver 4, and a detection signal in accordance with the intensity of the reference light is output from the optical receiver. The detection signal output from the optical receiver 4 is input to the control circuit 5. The control circuit 5 varies a control signal with respect to the
15 variable wavelength light source 1 in accordance with change in the detection signal, and controls such that the intensity of laser light output from the variable wavelength light source 1 is made constant.

[0029] Accordingly, light input to the branching plate 3 becomes a constant polarized wave, which always obtains a spectral ratio of the spectral plate 3 by the light polarizer
20 2a so that the constant intensity of laser light can be controlled in a wide wavelength range without changing a polarization extinction ratio of laser light or without changing a branching ratio of the branching plate 3 due to fluctuation in a polarized wave. Further, even when the intensity of output light of the variable wavelength light source 1 is changed due to variable operation of a wavelength, environmental change or the like,
25 the intensity of laser light output from the variable wavelength light source apparatus is kept constant by the above described control.

[0030] Further, the above described intensity control is performed with respect to laser light output from the variable wavelength light source 1 without changing active layer current of the semiconductor laser element 8 inside the variable wavelength light source
30 1, and therefore, there is no mode hop or no fluctuation in wavelength due to the

intensity control and laser light with stable intensity and a stable wavelength can be output. Accordingly, even in a case where responses to wavelengths of various kinds of optical components or optical devices are measured, highly accurate measurement can be carried out by using laser light output from this variable wavelength light source apparatus.

[0031] Next, FIG. 3 is a diagram showing the second embodiment mode of a variable wavelength light source apparatus according to the present invention. Note that in the second embodiment mode, structural components identical to those of the first embodiment mode are denoted by the same reference numerals, and explanation thereof is omitted.

[0032] In the variable wavelength light source apparatus of the second embodiment mode, an optical attenuator 11a is provided as an intensity varying means 11 on a light path (an optical axis) between the variable wavelength light source 1 and the light polarizer 2a, and other structure is the same as the first embodiment mode.

[0033] The optical attenuator 11a includes, for example, a Faraday element for rotating a polarization plane to incident light by an angle corresponding to the intensity of magnetic field to be applied, a coil for applying magnetic field to the Faraday element, and a light polarizer with a fixed polarized wave plane, for outputting only a component corresponding to the polarization plane of components of light passing through the Faraday element.

[0034] A further explanation will be provided below. In a case where a polarization plane of the light polarizer is deviated for a predetermined angle from a polarization plane of laser light output from the variable wavelength light source and the Faraday element is in a state of applying no magnetic field (a state of feeding no current to the coil), incident light is output to the light polarizer without changing the polarization plane of the incident light. Therefore, when magnetic field applied to the Faraday element is controlled by a control signal from the control circuit 5, the attenuation amount of laser light from the variable wavelength light source 1 can be varied so that the intensity of output light can be made constant.

[0035] Next, FIG. 4 is a diagram showing the third embodiment mode of a variable

wavelength light source apparatus according to the present invention. Note that in the third embodiment mode, structural components identical to those of the first embodiment mode are denoted by the same reference numerals, and explanation thereof is omitted.

5 [0036] In the variable wavelength light source apparatus of the third embodiment mode, an optical amplifier 11b is provided as an intensity varying means 11 on a light path between the variable wavelength light source 1 and the light polarizer 2, and other structure is the same as the first embodiment mode.

[0037] The optical amplifier 11b includes, for example, a semiconductor laser
10 amplifier using a semiconductor laser element as an amplifying element and amplifying and outputting input light by current injected to the semiconductor laser element, a fiber amplifier, or the like. Then, when the amplification degree of the optical amplifier 11b is controlled by a control signal from the control circuit 5, the intensity of output light can be made constant.

15 [0038] Note that when using the semiconductor laser amplifier as the optical amplifier 11b, current injected to the semiconductor laser element is varied to vary and control the amplification degree. Since this semiconductor laser amplifier has high-speed response and can attenuate input light in a range of a small amount of injected current, the intensity of output light can be varied in a wide range.

20 [0039] Further, in a case of using the fiber amplifier as the optical amplifier 11b, the amplification degree is controlled by varying current injected to a semiconductor laser element for excitation.

[0040] Note that in many cases in such an optical amplifier 11b, an amplifiable
25 wavelength band is limited and the amplification degree is changed depending on a wavelength; however, laser light with constant intensity can be always output by control of the control circuit 5 without being adversely affected by change in amplification degree due to a wavelength of the optical amplifier 11b so long as an amplifiable wavelength band of the optical amplifier 11b corresponds to a wavelength variable band of the variable wavelength light source 1.

30 [0041] Then, laser light passing through the intensity varying means 11 according to

the second embodiment mode and the third embodiment mode is input to the light polarizer 2 as a polarizing means. The light polarizer 2 transmits only light with one polarization component of input laser light through the branching plate 3 side.

[0042] As described above, in each of the variable wavelength light source apparatuses of the second embodiment mode and the third embodiment mode, the light polarizer 2 through which only one polarization component passes is placed on a light path between the intensity varying means (the optical attenuator 11a or the optical amplifier 11b) 11 and the branching plate 3. Then, light passing through the light polarizer 2 is branched into output light and reference light by the branching plate 3.

The reference light branched by the branching plate 3 is received by the optical receiver 4 and a detection signal in accordance with the intensity of the reference light is output from the optical receiver. The detection signal output from the optical receiver 4 is input to the control circuit 5. The control circuit 5 varies a control signal with respect to the intensity varying means 11 in accordance with change in the detection signal and controls the intensity of laser light output from the intensity varying means 11 to be constant.

[0043] Accordingly, light input to the branching plate 3 becomes a constant polarized wave by which a spectral ratio of the spectral plate 3 can be always obtained, by the light polarizer 2 as well as the first embodiment mode, and therefore, constant intensity of laser light can be controlled in a wide wavelength range without changing a polarization extinction ratio of laser light or a branching ratio of the branching plate 3 due to fluctuation in a polarized wave.

[0044] Further, after laser light, which passes through the intensity varying means 11, is transmitted through the light polarizer 2, the laser light is branched into output light and reference light by the branching plate 3, and the attenuation amount and the amplification degree of the intensity varying means 11 are controlled based on the intensity of the reference light. Therefore, there are no adverse effects due to variation in characteristic of the intensity varying means 11 (variation in attenuation amount depending on change in a wavelength of input light or environmental change) or nonlinearity of the attenuation amount.

[0045] Next, FIG. 5 is a diagram showing the fourth embodiment mode of a variable wavelength light source apparatus according to the present invention. Note that in the fourth embodiment mode, structural components identical to those of the first embodiment mode are denoted by the same reference numerals, and explanation thereof is omitted.

[0046] In the variable wavelength light source apparatus of the fourth embodiment mode, an optical isolator 2b is provided as a polarizing means 2 on a light path (an optical axis) between the variable wavelength light source 1 and the branching plate 3, and other structure is the same as that of the first embodiment mode.

[0047] The optical isolator 2b as the polarizing means includes a Faraday element and a light polarizer. In this optical isolator 2b, when the direction and the strength of magnetic field applied to the Faraday element are varied and controlled, a polarization plane of incident light in the Faraday element is rotated by an angle in accordance with the strength of the magnetic field to be applied. After laser light from the variable wavelength light source 1 is polarized by the Faraday element and then transmitted therethrough, only one polarization component of components of the laser light passes through the light polarizer and then enters in the branching plate 3. Note that a polarization angle of the light polarizer included in the optical isolator 2b is set such that the transmitted light becomes in a polarized wave state by which a branching ratio set in the spectral plate 3 can be obtained.

[0048] Accordingly, since the variable wavelength light source apparatus of the fourth embodiment mode has a structure in which the optical isolator 2b is used as the polarizing means 2, output light of the optical isolator 2b becomes a constant polarized wave by which a spectral ratio of the spectral plate 3 can be obtained as well as the case of using the light polarizer 2a, and hence, the same effect as the above described first and second embodiment modes can be obtained. In addition, an adverse effect due to light returning to the variable wavelength light source 1 is removed so that laser light output with more stable intensity can be obtained.

[0049] Next, FIG. 6 is a diagram showing the fifth embodiment mode of a variable wavelength light source apparatus according to the present invention. Note that in

the fifth embodiment mode, structural components identical to those of the second embodiment mode are denoted by the same reference numerals, and explanation thereof is omitted.

[0050] In the variable wavelength light source apparatus of the fifth embodiment mode,
5 an optical isolator 2b is provided as a polarizing means 2 on a light path between the intensity varying means 11 and the branching plate 3, and other structure is the same as the second embodiment mode.

[0051] The variable wavelength light source apparatus of the fifth embodiment mode has a structure in which the optical isolator 2b is used as the polarizing means 2 as well
10 as the fourth embodiment mode. Therefore, as well as the case of using the light polarizer 2a, output light of the optical isolator 2b becomes a constant polarized wave by which a spectral ratio of a spectral plate 3 can be obtained, and the same effect as the above described first and second embodiment modes can be obtained. In addition, an adverse effect due to light returning to the variable wavelength light source 1 is
15 removed so that output of laser light with more stable intensity can be obtained.

[0052] Next, FIG. 7 is a diagram showing the sixth embodiment mode of a variable wavelength light source apparatus according to the present invention. Note that in the sixth embodiment mode, structural components identical to those of the fifth embodiment mode are denoted by the same reference numerals, and explanation thereof
20 is omitted.

[0053] In the variable wavelength light source apparatus of the sixth embodiment mode, an intensity varying means 11 includes a optical amplifier 11c and an optical attenuator 11d, and other structure is the same as the fifth embodiment mode.

[0054] The optical amplifier 11c is provided on a light path (an optical axis) between
25 the variable wavelength light source 1 and the optical isolator 2b. In the optical amplifier 11c, the amplification degree is continuously varied and controlled by a control signal output from the control circuit 5 in accordance with change in a detection signal output from the optical receiver 4. The optical amplifier amplifies laser light from the variable wavelength light source 1 by the amplification degree, which is varied
30 and controlled, and then outputs the amplified laser light to the optical attenuator 11d.

[0055] The optical attenuator 11d roughly varies and controls the attenuation amount by the control circuit 5, attenuates light from the optical amplifier 11c by the attenuation amount, which is varied and controlled, and then outputs to the optical isolator 2b.

[0056] Next, FIG. 8 is a diagram showing the seventh embodiment mode of a variable
5 wavelength light source apparatus according to the present invention. Note that in the seventh embodiment mode, structural components identical to those of the sixth embodiment mode are denoted by the same reference numerals, and explanation thereof is omitted.

[0057] The variable wavelength light source apparatus of the seventh embodiment
10 mode uses an optical attenuator 11e as substitute for the optical amplifier 11c of the sixth embodiment mode.

[0058] The optical attenuator 11e is provided on a light path (an optical axis) between the variable wavelength light source 1 and the optical isolator 2b. The optical attenuator 11e continuously varies and controls the attenuation amount by a control
15 signal output from the control circuit 5 in accordance with change in a detection signal output from the optical receiver 4, attenuates laser light from the variable wavelength light source 1 by the attenuation amount, which is varied and controlled, and then outputs to the optical attenuator 11d.

[0059] The optical attenuator 11d includes, for example, an ND (Natural Density)
20 filter which can set different attenuation amounts. The optical attenuator 11d roughly varies and controls the attenuation amount, attenuates light from the optical amplifier 11e by the attenuation amount, which is varied and controlled, and then outputs the attenuated light to the optical isolator 2b.

[0060] Note that in the structure of FIG. 7 or FIG. 8, a light polarizer 2a may be
25 provided as substitute for the optical isolator 2b.

[0061] As set forth above, the same effect as the fourth embodiment mode can be obtained by the variable wavelength light source apparatuses showing the sixth and seventh embodiment modes. That is, output light of the optical isolator 2b becomes a constant polarized wave by which a spectral ratio of the spectral plate 3 can be obtained,
30 and therefore, constant intensity of laser light can be controlled in a wide wavelength

range without changing a polarization extinction ratio of laser light and without changing the branching ratio of the branching plate 3 due to fluctuation in a polarized wave. Furthermore, an adverse effect due to light returning to the variable wavelength light source 1 is removed so that output of laser light with more stable intensity can be
5 obtained.

[0062] Meanwhile, as the intensity varying means 11, in addition to an optical attenuator by rotation of a polarization plane, an optical attenuating type using an electro-optical effect or an acoustooptical effect by lithium niobate (LiNbO_3) as disclosed in Japanese Patent Application Laid-Open No. Hei 8-172233, an optical
10 amplifying type using a semiconductor laser amplifier or a fiber amplifier, and the like can be used.

[0063] Moreover, examples of using the variable wavelength light source 1 of the external resonance type are described in the above embodiment modes; however, as an integral variable wavelength light source element, a variable wavelength light source
15 element of a black-reflective type as disclosed in Japanese Patent Application Laid-Open No. Hei 8-172233, a variable wavelength light source element of a distributed-feedback (DFB) type, and the like can also be used.

[0064]

[Effect of the Invention] As described above, according to the present invention, light
20 input to a branching means is made to be a constant polarized wave by a polarizing means, and hence, constant intensity of laser light can be controlled in a wide wavelength range without changing a polarization extinction ratio of laser light and without changing a branching ratio due to fluctuation in a polarized wave. Moreover, when using an optical isolator as a polarizing means, output light of the optical isolator
25 becomes a constant polarized wave and an adverse effect due to light returning to a variable wavelength light source or an intensity varying means is removed so that laser light with more stable intensity can be obtained.

[Brief Description of the Drawings]

[FIG. 1]: FIG. 1 is a block diagram showing the first embodiment mode of a variable
30 wavelength light source apparatus according to the present invention.

[FIG. 2]: FIG. 2 is a diagram showing a structural example of a variable wavelength light source of the variable wavelength light source apparatus according to the present invention.

5 [FIG. 3]: FIG. 3 is a block diagram showing the second embodiment mode of a variable wavelength light source apparatus according to the present invention.

[FIG. 4]: FIG. 4 is a block diagram showing the third embodiment mode of a variable wavelength light source apparatus according to the present invention.

[FIG. 5]: FIG. 5 is a block diagram showing the fourth embodiment mode of a variable wavelength light source apparatus according to the present invention.

10 [FIG. 6]: FIG. 6 is a block diagram showing the fifth embodiment mode of a variable wavelength light source apparatus according to the present invention.

[FIG. 7]: FIG. 7 is a block diagram showing the sixth embodiment mode of a variable wavelength light source apparatus according to the present invention.

15 [FIG. 8]: FIG. 8 is a block diagram showing the seventh embodiment mode of a variable wavelength light source apparatus according to the present invention.

[FIG. 9]: FIG. 9 is a diagram showing a structural example of a variable wavelength light source.

[FIG. 10]: FIG. 10 is a block diagram showing a structure of a conventional variable wavelength light source apparatus.

20 [Description of Reference Numerals]

1: variable wavelength light source, 2: polarizing means, 2a: light polarizer, 2b: optical isolator, 3: branching plate (branching means), 4: optical receiver (intensity detecting means), 5: control circuit (controlling means), 11: intensity varying means

25 continuation of the front page

(72) Inventor: Yasuaki Nagashima
c/o Anritsu Corp.

5-10-27, Minami-Azabu, Minato-ku, Tokyo

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-313146

(43) 公開日 平成10年(1998)11月24日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

F I

H01S 3/133

H01S 3/133

3/103

3/103

3/18

3/18

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-124152

(22) 出願日 平成9年(1997)5月14日

(71) 出願人 000000572

アンリツ株式会社

東京都港区南麻布5丁目10番27号

(72) 発明者 谷本 隆生

東京都港区南麻布五丁目10番27号 アンリツ株式会社内

(72) 発明者 遠藤 弘明

東京都港区南麻布五丁目10番27号 アンリツ株式会社内

(72) 発明者 大立目 寛明

東京都港区南麻布五丁目10番27号 アンリツ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 西村 教光

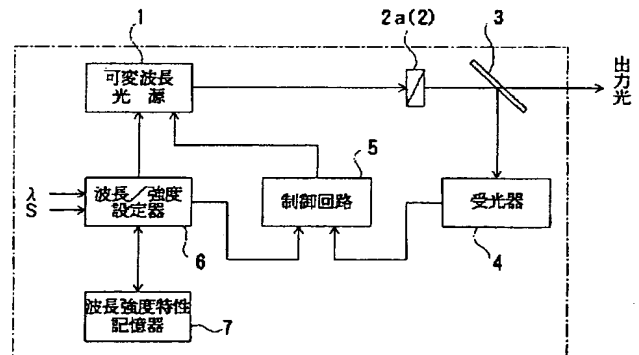
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可変波長光源装置

(57) 【要約】

【課題】 広い波長範囲にわたってレーザ光強度を一定に制御する。

【解決手段】 レーザ光を出力する可変波長光源1と、入射する光をその偏光角に応じた所定の分岐比で出力光と参照光とに分岐する分岐板3との間の光路上には、分岐板3の分岐比が得られる偏光角の一偏光成分のレーザ光のみを透過させる偏光板2aが配設される。受光器4は、分岐板3からの参照光を受光し、分岐光の強度に応じた検出信号を出力する。制御回路5は、受光器4からの検出信号の変化に応じて可変波長光源1から出力されるレーザ光の強度を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定波長に制御された光を出力する可変波長光源(1)と、

入射される光をその偏光角に応じた所定の分岐比で分岐して一方を出力光とし他方を参照光として出力する分岐手段(3)と、

前記可変波長光源と前記分岐手段との間の光路上に配設され、前記可変波長光源からの光を受け、この受けた光のうち前記分岐比が得られる偏光角の一偏光成分のみを前記分岐手段に透過させる偏光手段(2)と、

前記分岐手段で分岐された参照光を受光し、この受光した参照光の強度に応じた検出信号を出力する強度検出手段(4)と、

前記強度検出手段から出力される検出信号を受け、該検出信号の変化に応じて前記可変波長光源から出力される光の強度を制御することによって前記参照光又は出力光の強度が所望の値になるようにする制御手段(5)とを備えたことを特徴とする可変波長光源装置。

【請求項2】 所定波長に制御された光を出力する可変波長光源(1)と、

前記可変波長光源からの光を受け、この受けた光の強度を可変して出力する強度可変手段(11)と、

入射される光をその偏光角に応じた所定の分岐比で分岐して一方を出力光とし他方を参照光として出力する分岐手段(3)と、

前記強度可変手段と前記分岐手段との間の光路上に配設され、前記強度可変手段からの光を受け、この受けた光のうち前記分岐比が得られる偏光角の一偏光成分のみを前記分岐手段に透過させる偏光手段(2)と、

前記分岐手段で分岐された参照光を受光し、この受光した参照光の強度に応じた検出信号を出力する強度検出手段(4)と、

前記強度検出手段から出力される検出信号を受け、該検出信号の変化に応じて前記強度可変手段から出力される光の強度を制御することによって前記参照光又は出力光の強度が所望の値になるようにする制御手段(5)とを備えたことを特徴とする可変波長光源装置。

【請求項3】 前記偏光手段(2)は、偏光子、又は偏光子とファラデー素子を備えた光アイソレータからなる請求項1又は2記載の可変波長光源装置。

【請求項4】 前記可変波長光源(1)に対し前記所定波長を設定し、前記制御手段(5)に対し前記所望の値を設定するための波長/強度設定手段(6)を備えた請求項1又は2記載の可変波長光源装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザ光の波長を可変できる可変波長光源装置に関し、特に、そのレーザ光の出力強度をより安定に、また広い波長範囲にわたって一定のレベルで出力させるための可変波長光源装置に

関する。

【0002】

【従来の技術】一般に可変波長光源装置の光源として使用される可変波長光源は、半導体レーザ素子が発振可能な多数のモードの一つを波長選択部によって選択して出力するように構成されている。そして、この種の可変波長光源としては、半導体レーザ素子と波長選択部とが別体に構成された外部共振型のものと、半導体レーザ素子と波長選択部とが一体に形成されたものとがある。

10 【0003】図9は外部共振型の可変波長光源の構成を示している。この可変波長光源は、電源供給を受けてレーザ光を発生する半導体レーザ素子21と、半導体レーザ素子21の一端側の無反射コートから出力されるレーザ光の所定波長のみを半導体レーザ素子21へ戻す波長選択部22より構成されている。この波長選択部22が回折格子によって構成されている場合には、回折格子を回転させることにより、発振するレーザ光の波長を可変できる。

20 【0004】この種の可変波長光源の波長に対する出力光の強度は、波長の変化に伴ってその出力強度が変化し、周囲の温度変化等によっても出力光の強度が変動する。

【0005】そこで、上記問題を解消するため、本件出願人は、特開平8-172233号公報に開示されレーザ光の波長が可変可能な可変波長光源装置を既に出願している。

30 【0006】この可変波長光源装置の一構成例を図10に基づいて説明すると、可変波長光源装置は、可変波長光源31に対する波長λの設定と制御回路32に対する設定値Sの出力とを波長/強度設定器33により行い、可変波長光源31から出力されるレーザ光の強度を光減衰器や光増幅器等の強度可変手段34で可変し、この可変されたレーザ光の一部を分岐手段35で分岐し、この分岐された光を受光器36により受光する。そして、制御回路32は、受光器36の受光信号の変化に基づいてレーザ光の強度を一定に制御している。レーザ光の強度を制御するにあたっては、予め各波長にてレーザ光の強度が一定となる受信信号レベルを波長強度特性記憶器37に記憶しておき、レーザ光出力時にその波長の受信信号レベルになるようにレーザ光の強度を制御している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記可変波長光源装置の分岐手段35は、使用する波長の光の偏波状態に応じて分岐比が予め設定されている。したがって、分岐手段35に光が入力されるまでの間に偏波状態が変わると、分岐手段35で分岐される出力光と分岐光の分岐比が変動することになる。

40 【0008】ところが、上記可変波長光源装置において、強度可変手段34が光ファイバを介して可変波長光源31と分岐手段35との間に接続される場合には、光

ファイバの接続箇所では偏波状態が崩れたり、強度可変手段 3 4 の減衰量や増幅度を可変したときにレーザ光の偏波消光比が変化したり、偏波ゆらぎが生じたりする。その結果、可変波長光源 3 1 から出力されるレーザ光は、分岐手段 3 5 に入力されるまでの間に偏光状態が変化する。このため、分岐手段 3 5 からは本来の分岐比と異なった状態で光が出力されることになる。そして、制御回路 3 2 は、そのとき受光器 3 6 で受光される分岐光のレベル変化に応じて強度可変手段 3 4 を制御してレーザ光の強度を可変するため、レーザ光強度を一定に制御することができなかった。

【0009】このように、上述した従来の可変波長光源装置では、可変波長光源 3 1 から出力されるレーザ光が分岐手段 3 5 に入力されるまでの間に、レーザ光の偏波消光比が変化したり、偏波ゆらぎが生じると、広い波長範囲の全域にわたって一定のレベルでレーザ光を出力させることができなかった。

【0010】そこで、本発明は、上記問題点を鑑みてなされたものであり、レーザ光の偏波消光比の変化や偏波ゆらぎによる分岐比の変化がなく、広い波長範囲にわたって一定のレベルでレーザ光を出力させることができる可変波長光源装置を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項 1 の発明は、所定波長に制御された光を出力する可変波長光源 1 と、入射される光をその偏光角に応じた所定の分岐比で分岐して一方を出力光とし他方を参照光として出力する分岐手段 3 と、前記可変波長光源と前記分岐手段との間の光路上に配設され、前記可変波長光源からの光を受け、この受けた光のうち前記分岐比が得られる偏光角の一偏光成分のみを前記分岐手段に透過させる偏光手段 2 と、前記分岐手段で分岐された参照光を受光し、この受光した参照光の強度に応じた検出信号を出力する強度検出手段 4 と、前記強度検出手段から出力される検出信号を受け、該検出信号の変化に応じて前記可変波長光源から出力される光の強度を制御することによって前記参照光又は出力光の強度が所望の値になるようにする制御手段 5 とを備えたことを特徴とする。

【0012】請求項 2 の発明は、所定波長に制御された光を出力する可変波長光源 1 と、前記可変波長光源からの光を受け、この受けた光の強度を可変して出力する強度可変手段 1 1 と、入射される光をその偏光角に応じた所定の分岐比で分岐して一方を出力光とし他方を参照光として出力する分岐手段 3 と、前記強度可変手段と前記分岐手段との間の光路上に配設され、前記強度可変手段からの光を受け、この受けた光のうち前記分岐比が得られる偏光角の一偏光成分のみを前記分岐手段に透過させる偏光手段 2 と、前記分岐手段で分岐された参照光を受光し、この受光した参照光の強度に応じた検出信号を出力する強度検出手段 4 と、前記強度検出手段から出力さ

れる検出信号を受け、該検出信号の変化に応じて前記強度可変手段から出力される光の強度を制御することによって前記参照光又は出力光の強度が所望の値になるようにする制御手段 5 とを備えたことを特徴とする。

【0013】請求項 3 の発明は、請求項 1 又は 2 の可変波長光源装置において、前記偏光手段 2 は、偏光子 2 a、又は偏光子とファラデー素子を備えた光アイソレータ 2 b からなることを特徴とする。

【0014】請求項 4 の発明は、請求項 1 又は 2 の可変波長光源装置において、前記可変波長光源 1 に対し前記所定波長を設定し、前記制御手段 5 に対し前記所望の値を設定するための波長／強度設定手段 6 を備えたことを特徴とする。

【0015】本発明の可変波長光源装置によれば、可変波長光源 1 から出力された光の偏波状態が変化しても、分岐手段 3 の前段に設けられた偏光手段 2 により、分岐手段 3 の分光比が得られる偏光角の一偏光成分のみの光が分岐手段 3 に入射される。このため、光の偏波消光比の変化や偏波ゆらぎによる分岐手段 3 の分岐比の変化がなく、広い波長範囲にわたって光強度を一定に制御できる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、図面に基いて本発明の実施の形態を説明する。図 1 は本発明による可変波長光源装置の第 1 実施の形態を示す図、図 2 は同装置に用いられる可変波長光源の一構成例を示す図である。

【0017】図 1 に示すように、第 1 実施の形態による可変波長光源装置は、可変波長光源 1、偏光手段 2、分岐板 3、受光器 4、制御回路 5、波長／強度設定器 6、波長強度特性記憶器 7 を備えて概略構成される。

【0018】図 2 に示すように、可変波長光源 1 は、外部共振型のもので、一定の活性層電流で駆動される半導体レーザ素子 8 と、半導体レーザ素子 8 の一端側に設けられた波長選択部 9 と、半導体レーザ素子 8 の他端側から出力されるレーザ光を平行光にして外部へ出力するレンズ 10 からなり、外部からの制御によって波長選択部 9 の光学的な条件が可変されて、半導体レーザ素子 8 が発振出力するレーザ光の波長が変化するように構成されている。

【0019】波長選択部 9 は、半導体レーザ素子 8 の一端側の無反射コートから出力されるレーザ光を平行光にするレンズ 9 a と、この平行光を受けて所望の波長のみを半導体レーザ素子 8 側へ戻す回折格子 9 b とを備えて構成される。この波長選択部 9 では、回折格子 9 b を図示しない回動装置により回動させることで波長の選択を行う。この回折格子 9 b の角度は、波長／強度設定器 6 からの波長情報入に応じた角度に設定される。

【0020】可変波長光源 1 から出力されるレーザ光は、偏光手段 2 に入力される。偏光手段 2 としての偏光子 2 a は、可変波長光源 1 と分岐板 3 との間の光路（光

軸) 上に配置され、入力されるレーザ光のうち一偏光成分のみの光を分岐板 3 側に透過させている。偏光子 2 a の偏光角は、透過する光が分光板 3 に設定された分岐比が得られる偏波状態となるように設定される。

【0021】分岐手段としての分岐板 3 は、例えばガラスに誘電体多層膜を蒸着したタイプ等のように、光透過率 T (反射率 $1 - T$) の変化が極めて少ない部材で形成され、偏光子 2 a から出力される強度 P_i のレーザ光を、強度 $T \cdot P_i$ の出力光と、強度 $(1 - T) \cdot P_i$ の参照光に分岐する。この分岐板 3 における強度の分岐比は、入射する光の偏波状態に応じて予め所望の値に設定される。

【0022】分岐板 3 によって分岐された参照光は、強度検出手段としての受光器 4 で受光される。受光器 4 は、入力される参照光の強度 $(1 - T) \cdot P_i$ に比例した大きさ、即ち、出力光の強度 P_o ($= T \cdot P_i$) に比例した大きさの検出信号 P_s を出力する。

【0023】設定手段としての波長/強度設定器 6 は、図示しない操作部や外部装置等から設定される波長情報入を可変波長光源 1 へ送出している。そして、可変波長光源 1 は、制御回路 5 からの制御信号により、波長/強度設定器 6 の波長情報に対応した波長のレーザ光を出力する。また、波長/強度設定器 6 は、可変波長光源装置の出力光の強度 P_o を設定するための設定値 S が図示しない操作部や外部装置等から設定される。記憶手段としての波長強度特性記憶器 7 には、可変波長光源 1 の波長に対する強度の特性が予め記憶されている。

【0024】波長/強度設定器 6 により設定された設定値 S は、受光器 4 によって検出された検出信号 P_s とともに制御回路 5 に入力される。制御手段としての制御回路 5 は、例えば利得が非常に大きな差動増幅器等によって構成され、設定値 S と検出信号 P_s との差を検出し、その差成分の増幅出力を制御信号として可変波長光源 1 に供給し、可変波長光源 1 の出力光の強度 P_o が設定値 S と等しくなるように制御する。

【0025】なお、波長/強度設定器 6 は、図示しない操作部等から入力される波長情報入や出力光の強度設定値 S の判定及び補正をマイクロコンピュータによって行ってから D/A 変換器を介して可変波長光源 1 や制御回路 5 へ出力するように構成してもよい。

【0026】また、波長/強度設定器 6 は、図示しない操作部等によって設定値 S と波長 λ が設定されたとき、設定された波長 λ に対応する強度情報を波長強度特性記憶器 7 から読み出し、この波長のレーザ光を一定の強度に制御できる範囲の設定値の上限値を算出し、この算出値と外部から設定された設定値 S とを比較し、上限値より大きな設定値 S が設定されたときに、表示器等にアラーム表示したり、音で警告するように構成してもよい。

【0027】更に、波長/強度設定器 6 は、設定された設定値 S に等しい強度で出力できる波長範囲を波長強度

特性記憶器 7 から読み出し、外部から設定された波長がこの波長範囲にあるか否かを判定し、設定された波長情報がこの波長範囲にないときに、表示器等にアラーム表示したり音で警告してもよい。

【0028】このように、第 1 実施の形態の可変波長光源装置では、一偏光成分のみを通す偏光子 2 a が可変波長光源 1 と分岐板 3 との間の光路上に配置される。そして、偏光子 2 a を透過した光を分岐板 3 で出力光と参照光とに分岐し、分岐板 3 によって分岐された参照光を受光器 4 で受光して参照光の強度に応じた検出信号を出力し、受光器 4 から出力される検出信号を制御回路 5 に入力し、検出信号の変化に応じて可変波長光源 1 に対する制御信号を変換して可変波長光源 1 から出力されるレーザ光の強度が一定になるように制御する。

【0029】したがって、分岐板 3 に入力される光は、偏光子 2 a により常に分光板 3 の分光比が得られる一定の偏波となるため、レーザ光の偏波消光比の変化や偏波ゆらぎによる分岐板 3 の分岐比の変化がなく、広い波長範囲にわたってレーザ光強度を一定に制御することができる。また、波長の可変操作や環境変化等によって可変波長光源 1 の出力光の強度が変化しても、上述した制御により、可変波長光源装置から出力されるレーザ光の強度が一定に保たれる。

【0030】そして、上記強度制御は、可変波長光源 1 内の半導体レーザ素子 8 の活性層電流を変化させることなく、可変波長光源 1 から出力されたレーザ光に対して行われるので、強度制御によるモードホップや波長の揺らぎは全く発生せず、強度と波長がともに安定したレーザ光を出力することができる。このため、各種の光学部品や光学装置の波長に対する応答を測定するような場合でも、この可変波長光源装置から出力されるレーザ光を用いて十分精度の高い測定が行える。

【0031】次に、図 3 は本発明による可変波長光源装置の第 2 実施の形態を示す図である。なお、第 2 実施の形態において、第 1 実施の形態と同一の構成要素には同一番号を付し、その説明を省略する。

【0032】第 2 実施の形態の可変波長光源装置は、可変波長光源 1 と偏光子 2 a との間の光路 (光軸) 上に強度可変手段 11 としての光減衰器 11 a が配設されており、その他の構成は第 1 実施の形態と同一である。

【0033】光減衰器 11 a は、例えば印加される磁界の強さに応じた角度だけ入射光に偏光面を回転させるファラデー素子と、ファラデー素子に磁界を印加するためのコイルと、偏波面が固定されファラデー素子を通過した光の成分のうちこの偏光面に一致する成分のみを出力する偏光子とを備えて構成される。

【0034】更に説明すると、偏光子の偏光面は可変波長光源から出力されるレーザ光の偏光面に対して所定角ずれており、ファラデー素子は磁界が印加されていない状態 (コイルに電流が供給されていない状態) のとき、

入射光の偏光面を変えずにそのまま偏光子へ出力する。したがって、ファラデー素子に印加される磁界を制御回路 5 からの制御信号によって制御すれば、可変波長光源 1 からのレーザ光の減衰量が可変され、出力光の強度を一定にすることができる。

【0035】次に、図 4 は本発明による可変波長光源装置の第 3 実施の形態を示す図である。なお、第 3 実施の形態において、第 1 実施の形態と同一の構成要素には同一番号を付し、その説明を省略する。

【0036】第 3 実施の形態の可変波長光源装置は、可変波長光源 1 と偏光子 2 との間の光路上に強度可変手段 11 としての光増幅器 11b が配設されており、その他の構成は第 1 実施の形態と同一である。

【0037】光増幅器 11b は、例えば半導体レーザ素子を増幅素子とし、その半導体レーザ素子への注入電流によって入力光を増幅出力する半導体レーザアンプや、ファイバアンプ等で構成される。そして、光増幅器 11b の増幅度を制御回路 5 からの制御信号によって制御すれば、出力光の強度を一定にすることができる。

【0038】なお、半導体レーザアンプを光増幅器 11b として用いる場合には、その半導体レーザ素子への注入電流を可変して増幅度を可変制御する。この半導体レーザアンプは、高速応答性を有し、しかも、注入電流の少ない範囲では入力光を減衰させることができるので、出力光の強度を広い範囲で可変できる。

【0039】また、ファイバアンプを光増幅器 11b として用いる場合には、励起用の半導体レーザ素子の注入電流を可変することで増幅度を制御する。

【0040】なお、これらの光増幅器 11b は、増幅できる波長帯域が制限され、また、波長によって増幅度が変化する場合が多いが、光増幅器 11b の増幅可能な波長帯域が可変波長光源 1 の波長可変帯域に合っていれば、制御回路 5 の制御により、光増幅器 11b 自身の波長による増幅度の変化に影響されず、常に一定の強度のレーザ光を出力することができる。

【0041】そして、上記第 2 実施の形態及び第 3 実施の形態による強度可変手段 11 を通過したレーザ光は、偏光手段としての偏光子 2 に入力される。偏光子 2 は、入力されるレーザ光のうち一偏光成分のみの光を分岐板 3 側に透過させている。

【0042】このように、第 2 実施の形態及び第 3 実施の形態の可変波長光源装置では、一偏光成分のみを通す偏光子 2 が強度可変手段（光減衰器 11a 又は光増幅器 11b）11 と分岐板 3 との間の光路上に配置される。そして、偏光子 2 を透過した光を分岐板 3 で出力光と参照光とに分岐し、分岐板 3 によって分岐された参照光を受光器 4 で受光して参照光の強度に応じた検出信号を出力し、受光器 4 から出力される検出信号を制御回路 5 に入力し、検出信号の変化に応じて強度可変手段 11 に対する制御信号を可変して強度可変手段 11 から出力され

るレーザ光の強度が一定になるように制御する。

【0043】これにより、分岐板 3 に入力される光は、第 1 実施の形態と同様に、偏光子 2 により常に分光板 3 の分光比が得られる一定の偏波となるため、レーザ光の偏波消光比や偏波ゆらぎによる分岐板 3 の分岐比の変化がなく、広い波長範囲にわたってレーザ光強度を一定に制御することができる。

【0044】また、強度可変手段 11 を通過したレーザ光を偏光子 2 を透過させた後に分岐板 3 で出力光と参照光とに分岐し、参照光の強度に基づいて強度可変手段 11 の減衰量や増幅度を制御しているので、強度可変手段 11 自身の特性変動（入力光の波長や環境の変化に依存した減衰量の変動）や減衰量の非直線性の影響もなくなる。

【0045】次に、図 5 は本発明による可変波長光源装置の第 4 実施の形態を示す図である。なお、第 4 実施の形態において、第 1 実施の形態と同一の構成要素には同一番号を付し、その説明を省略する。

【0046】第 4 実施の形態の可変波長光源装置は、可変波長光源 1 と分岐板 3 との間の光路（光軸）上に偏光手段 2 として光アイソレータ 2b が配設されており、その他の構成は第 1 実施の形態と同一である。

【0047】偏光手段としての光アイソレータ 2b は、ファラデー素子と偏光子を備えて構成される。この光アイソレータ 2b では、ファラデー素子に印加される磁界の向きと強さが可変制御されると、印加される磁界の強さに応じた角度だけファラデー素子における入射光の偏光面が回転する。そして、可変波長光源 1 からのレーザ光は、ファラデー素子で偏光されて通過した後、その光の成分のうち一偏光成分のみが偏光子を透過して分岐板 3 に入射される。なお、光アイソレータ 2b を構成する偏光子の偏光角は、透過する光が分光板 3 に設定された分岐比が得られる偏波状態となるように設定される。

【0048】このように、第 4 実施の形態の可変波長光源装置では、偏光手段 2 として光アイソレータ 2b を用いた構成なので、偏光子 2a を使用したときと同様に、光アイソレータ 2b の出力光は分光板 3 の分光比が得られる一定の偏波となり、前述した第 1 実施の形態および第 2 実施の形態と同様の効果が得られる。しかも、可変波長光源 1 への戻り光による影響が除去されるので、より安定した強度によるレーザ光出力を得ることができる。

【0049】次に、図 6 は本発明による可変波長光源装置の第 5 実施の形態を示す図である。なお、第 5 実施の形態において、第 2 実施の形態と同一の構成要素には同一番号を付し、その説明を省略する。

【0050】第 5 実施の形態の可変波長光源装置は、強度可変手段 11 と分岐板 3 との間の光路上に偏光手段 2 として光アイソレータ 2b が配設されており、その他の構成は第 2 実施の形態と同一である。

【0051】この第5実施の形態の可変波長光源装置では、第4実施の形態と同様に、偏光手段2として光アイソレータ2bを用いた構成なので、偏光子2aを使用したときと同様に、光アイソレータ2bの出力光は分光板3の分光比が得られる一定の偏波となり、前述した第1実施の形態および第2実施の形態と同様の効果が得られる。しかも、可変波長光源1への戻り光による影響が除去されるので、より安定した強度によるレーザ光出力を得ることができる。

【0052】次に、図7は本発明による可変波長光源装置の第6実施の形態を示す図である。なお、第6実施の形態において、第5実施の形態と同一の構成要素には同一番号を付し、その説明を省略する。

【0053】第6実施の形態の可変波長光源装置は、強度可変手段11が光増幅器11cと光減衰器11dで構成されており、その他の構成は第5実施の形態と同一である。

【0054】光増幅器11cは、可変波長光源1と光アイソレータ2bとの間の光路（光軸）上に配設される。光増幅器11cは、受光器4から出力される検出信号の変化に応じて制御回路5から出力される制御信号により、増幅度が連続的に可変制御され、可変波長光源1からのレーザ光を可変制御された増幅度により増幅して光減衰器11dに出力している。

【0055】光減衰器11dは、制御回路5によって大まかな減衰量の可変制御がなされ、光増幅器11cからの光を可変制御された減衰量により減衰させて光アイソレータ2bに出力している。

【0056】次に、図8は本発明による可変波長光源装置の第7実施の形態を示す図である。なお、第7実施の形態において、第6実施の形態と同一の構成要素には同一番号を付し、その説明を省略する。

【0057】第7実施の形態の可変波長光源装置は、第6実施の形態における光増幅器11cに代えて光減衰器11eを用いている。

【0058】光減衰器11eは、可変波長光源1と光アイソレータ2bとの間の光路（光軸）上に配設される。光減衰器11eは、受光器4から出力される検出信号の変化に応じて制御回路5から出力される制御信号により、減衰量が連続的に可変制御され、可変波長光源1からのレーザ光を可変制御された減衰量により減衰して光減衰器11dに出力している。

【0059】光減衰器11dは、例えば異なる減衰量が設定できるND（Neutral Density）フィルタからなり、制御回路5によって大まかな減衰量の可変制御がなされ、光増幅器11eからの光を可変制御された減衰量により減衰させて光アイソレータ2bに出力している。

【0060】なお、図7又は図8の構成において、光アイソレータ2bに代えて偏光子2aを配設する構成としてもよい。

【0061】このように、第6実施の形態及び第7実施の形態に示す可変波長光源装置によっても、第4実施の形態と同様の効果が得られる。すなわち、光アイソレータ2bの出力光は分光板3の分光比が得られる一定の偏波となり、レーザ光の偏波消光比の変化や偏波ゆらぎによる分岐板3の分岐比の変化がなく、広い波長範囲にわたってレーザ光強度を一定に制御することができる。しかも、可変波長光源1への戻り光による影響が除去されるので、より安定した強度によるレーザ光出力を得ることができる。

【0062】ところで、強度可変手段11としては、偏光面の回転による光減衰器の他、特開平8-172233号公報に開示されるようなニオブ酸リチウム（LiNbO₃）による電気光学効果や音響光学効果を用いた光減衰型のもの、半導体レーザアンプやファイバアンプを用いた光増幅型のものなどを用いることができる。

【0063】また、上記実施の形態では、外部共振型の可変波長光源1を用いた例について説明したが、一体型の可変波長光源素子として、特開平8-172233号公報に開示されるようなブラック反射型の可変波長光源素子や分布帰還型（DFB）の可変波長光源素子を用いてもよい。

【0064】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、分岐手段に入力される光は偏光手段で一定の偏波となるため、レーザ光の偏波消光比の変化や偏波ゆらぎによる分岐比の変化がなく、広い波長範囲にわたってレーザ光強度を一定に制御することができる。また、偏光手段として光アイソレータを用いれば、光アイソレータの出力光が一定の偏波となり、さらに可変波長光源や強度可変手段への戻り光による影響が除去されるため、より安定したレーザ光強度が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による可変波長光源装置の第1実施の形態を示すブロック図

【図2】本発明の可変波長光源装置の可変波長光源の一構成例を示す図

【図3】本発明による可変波長光源装置の第2実施の形態を示すブロック図

【図4】本発明による可変波長光源装置の第3実施の形態を示すブロック図

【図5】本発明による可変波長光源装置の第4実施の形態を示すブロック図

【図6】本発明による可変波長光源装置の第5実施の形態を示すブロック図

【図7】本発明による可変波長光源装置の第6実施の形態を示すブロック図

【図8】本発明による可変波長光源装置の第7実施の形態を示すブロック図

【図9】可変波長光源の一構成例を示す図

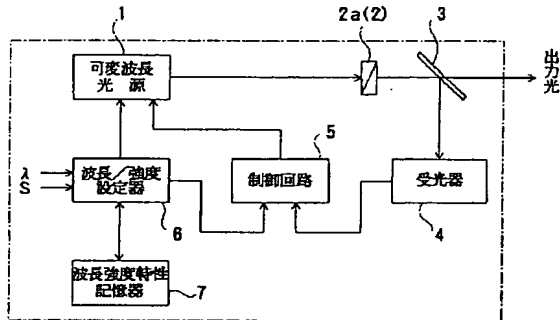
【図 1 0】従来の可変波長光源装置の構成を示すブロック図

【符号の説明】

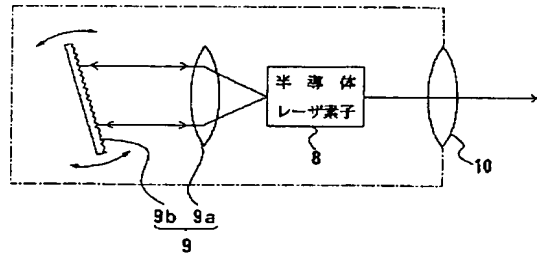
1…可変波長光源、2…偏光手段、2 a…偏光子、2 b…強度可変手段。

…光アイソレータ、3…分岐板（分岐手段）、4…受光器（強度検出手段）、5…制御回路（制御手段）、1 1…強度可変手段。

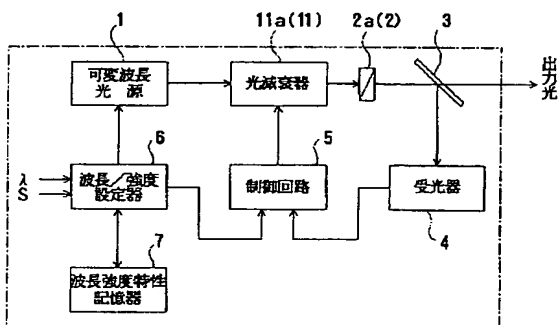
【図 1】



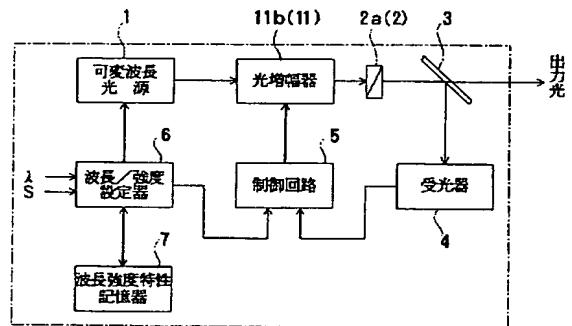
【図 2】



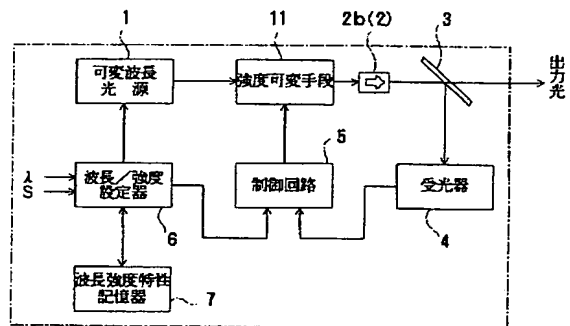
【図 3】



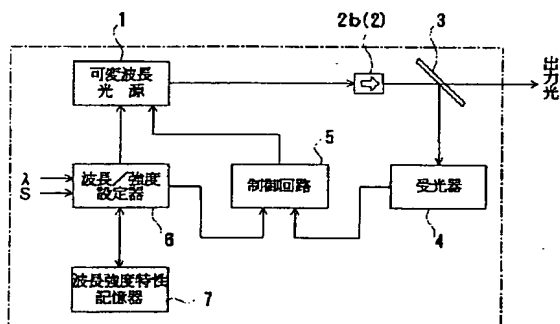
【図 4】



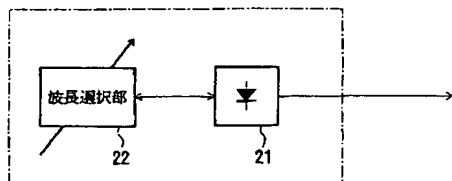
【図 6】



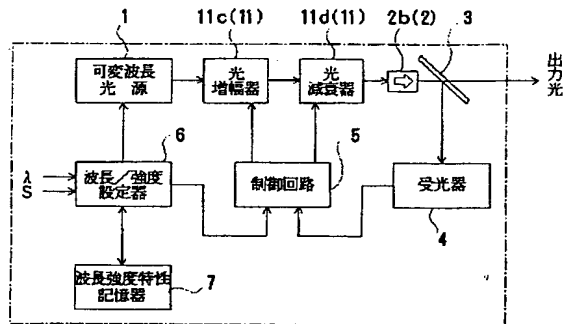
【図 5】



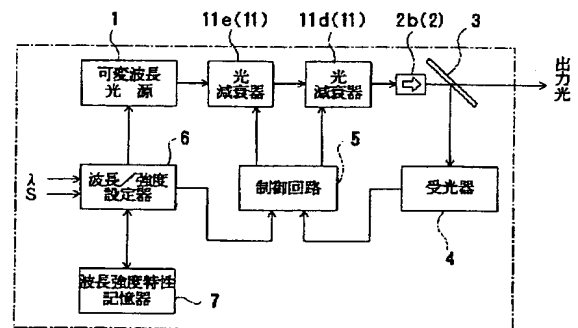
【図 9】



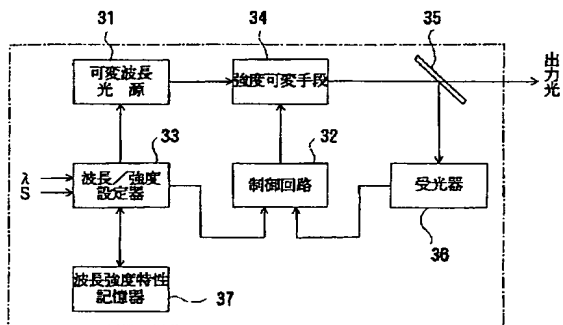
【図 7】



【図 8】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 長島 靖明
東京都港区南麻布五丁目10番27号 アンリ
ツ株式会社内